写

資料１２－１－２

20 原機（も）061
平成 20 年 4 月 14 日

経済産業省
原子力安全・保安院長　薦田　康久殿

独立行政法人日本原子力研究開発機構
理 事 長　　岡 﨑　俊 雄

高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器に関する点検計画について

謹啓　日頃より当機構の業務に対しましては、格別のご支援・ご指導を賜り、厚くお礼申しあげます。

さて、平成 20 年 4 月 7 日付け平成 20・04・07 原院第 1 号でご指示のありました「高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器に関する点検等について」を受け、「もんじゅ」におけるすべてのナトリウム漏えい検出器の施工状況等について、構造等を踏まえて計画的に点検を行うため、ナトリウム漏えい検出器の点検計画書を取りまとめましたので、別添のとおり提出いたします。

謹白

別添　高速増殖原型炉もんじゅナトリウム漏えい検出器の点検計画書

平成 20 年 4 月 14 日
独立行政法人
日本原子力研究開発機構

高速増殖原型炉もんじゅ
ナトリウム漏えい検出器の点検計画書

1．目　的

平成２０年３月２６日に１次メンテナンス冷却系ナトリウム漏えい警報（1 次メンテナンス冷却系原子炉容器入口 1 次止め弁（430MV5B）接触型ナトリウム漏えい検出器動作）が発報した。

ナトリウム漏えい検出器は、「もんじゅ」における安全対策上重要なナトリウムの管理の観点から重要な機能を担っていることから、すべてのナトリウム漏えい検出器の施工状況等について、構造等を踏まえて計画的に点検を行うこととし、その点検計画を策定した。

2．接触型ナトリウム漏えい検出器の調査状況

2．1 ナトリウム漏えいの検出・監視等を行う設備（参考－１、２）

「もんじゅ」で使用しているナトリウム漏えい検出器には接触型、ガスサンプリング型がある。

接触型ナトリウム漏えい検出器（以下「ＣＬＤ」という。）は、検出器の電極間あるいは電極とアース間に漏えいナトリウムが付着すると電気的に短絡し、これにより漏えいを検出する仕組みである。ナトリウムを内包する弁のベローズからの漏えいまたは機器、配管からの漏えいを監視する。

ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出設備は、ナトリウムを内包する機器配管と保温層間の雰囲気や、それらの機器が設置されている部屋の雰囲気を、サンプリング配管により検出器に導き、ナトリウムが漏えいした場合には、サンプリングガス中にナトリウムエアロゾルが含まれるので、これを検出するという仕組みである。ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出設備の種類には、ナトリウムイオン化式検出器（以下「ＳＩＤ」という。）、差圧式検出器（以下「ＤＰＤ」という。）、放射線イオン化式検出器（以下「ＲＩＤ」という。）がある。

また、保温層の外側に漏えいするナトリウムを監視する設備として空気雰囲気セルモニタがある。

その他、ナトリウム漏えい確認が可能な設備としてナトリウム液面計、温度計等がある。

２．２ 警報が発報したＣＬＤの調査状況

警報が発報したＣＬＤに対し、以下の点検を行った。

(1) 据付状態での外観点検

ＣＬＤケーブル取付端子部の緩みによる誤動作の有無を確認するため、ＣＬＤ取付状態にてケーブルを揺さぶり再現性調査を実施したが、異常は見られなかった。また、ＣＬＤ取付状態での外観検査を実施したが、打痕、付着物、汚れは見られなかった。

(2) CLD単品絶縁抵抗測定

絶縁抵抗低下に伴う誤動作の有無を確認するため、ケーブル解線後、ＣＬＤ単品の絶縁抵抗測定を実施したところ、絶縁抵抗値は４０ＭΩ以上であり、異常は見られなかった。

(3) 先端部目視点検

電極とシース又は外部との接触に伴う誤動作の有無を確認するため、引き抜いたＣＬＤの検出端部を外観目視点検したところ、電極が変形していることが確認された。また、シース端上部で弁棒との摺動によると思われる摩耗が認められた。（添付資料－１）

(4) 異物確認

異物については、以下のとおり確認した。（添付資料－２）

① 弁内部から回収した黒色粒状の物質について成分分析をした結果、グランドパッキンの材料として使用されているグラファイト(導電性)であることを確認した。

② ＣＬＤ挿入孔内に残留していた樹脂状の物質について、導通検査を実施した結果、導電性の物質でないことを確認した。その後回収した樹脂状物質の成分分析をした結果、シールテープ片であることを確認した。

③ ＣＬＤシース端部に付着していた灰色の物質は成分分析の結果、酸化マグネシウムであった。

④ ＣＬＤのシース表面について、核種分析を実施したが、ナトリウムは検出されなかった。

(5) CLD挿入孔内観察

ＣＬＤ挿入孔内をファイバースコープで観察したところ、弁棒の表面に摺動痕が確認された。（添付資料－３）

(6) CLD外面浸透探傷試験

ＣＬＤシース損傷による地絡に伴う誤動作の有無を確認するため、シース部について浸透探傷試験を実施したが、有意な損傷は認められなかった。

(7) 寸法測定

ＣＬＤ取付不良に伴う短絡による誤動作の有無を確認するため、以下のとおり寸法測定を実施した。（添付資料－４）

① ＣＬＤシース部の挿入長さを測定したところ 80.5mm であり、参考値 67mm に対し 13.5mm 長いことが確認された。

② ＣＬＤの弁体挿入部を実測したところ参考値 75mm に対し 76mm であった。

(8) シース表面目視点検

ＣＬＤのシース表面を目視観察したところ、位置決め金具（以下「シーラント」という。）近傍に約８mm（13mm－5mm＝8mm）の範囲で、全周方向の傷が認められた。この他にも全周方向の傷が認められており、発生原因の調査を行っている。（添付資料－５）

２．３ 警報が発報した同タイプのＣＬＤの調査状況（４月１３日現在）

１次系Ｂ系統関連の部屋に設置されている弁設置用ＣＬＤは６０台（主冷却系室２５台，純化系室３５台。当該弁を含む）あり、それらについて順次ＣＬＤの点検を行っている。

その結果、点検した４０台のうち、先端の電極部が曲がっているものが８台あった。（添付資料－６、７）

(1) 先端部目視点検

① ＣＬＤが同一角度で取り付けられている４台のうち３台の先端部に曲がりが確認された。

② ＣＬＤの取付角度が異なるタイプ８台のうち３台の先端部に曲がりが確認された。

③ ＣＬＤが水平に挿入されているタイプの２８台のうち２台の先端部に曲がりが確認された。

(2) 寸法測定

① ＣＬＤが同一角度で取り付けられている４台についてＣＬＤ先端部の確認を行った結果、２台が参考値より挿入長さが長かった。この２台の先端部には曲がりが確認された。一方、挿入長さが参考値より短いものが２台あったが、そのうち１台については、シーラントが固定されておらず、先端部に曲がりが確認されている。

② ＣＬＤの取付角度が異なるタイプ８台（うち５台は寸法計測中）についてＣＬＤ挿入長さの確認を行った結果、２台が参考値より挿入長さが長く、そのうち１台の先端部に曲がりが確認された。また、１台が参考値より挿入長さが短かった。寸法計測中の１台の先端部に曲がりが確認されている。

③ ＣＬＤが水平に挿入されているタイプ２８台（うち１４台は寸法計測中）についてＣＬＤ挿入長さの確認を行った結果、６台が参考値より挿入長さが長く、３台が参考値より挿入長さが短かった。寸法計測中の１４台のうち１台につい

てはシーラントが固定されていなかった。

2．4 1次系弁付ＣＬＤの製作、施工管理について（添付資料－８、－９）

① ＣＬＤの挿入長さはシーラントによって決める設計となっており、一旦、工場において仮組立を行い、シーラントをＣＬＤシースに固定し、次に現地において弁取付座に本体を挿入して再組立を行うこととしていた。

② ＣＬＤ製作メーカは、元請メーカから弁構造図を送付されていた。

③ ＣＬＤ製作メーカは、弁構造図をもとにシーラントを固定する位置を決め、ＣＬＤ製作メーカの製作用図書に記載していた。

④ シーラントの固定に際しては、押しねじを 1/4 から 1/2 回転させ締め付けることがＣＬＤ製作メーカの社内資料（取扱説明書）に記載されていた。

⑤ シーラント固定状況の確認、固定位置の記録、チェックシートを残す管理にはなっていなかった。

⑥ 現地据付においても、シース部の挿入長さやシーラント位置のズレを確認するための管理がなされていなかった。

⑦ 原子力機構は 1 次系弁付ＣＬＤの製作について、漏えい検出器の型式及び主要材料を指示した。ＣＬＤの現地での施工については、元請メーカから提出された作業要領書に基づいて管理するとともに、現地での検査については原子力機構が承認した要領書に基づいて実施された。

3． 原因推定

（1） 誤警報発報の直接の原因

ＣＬＤ製作メーカが工場で行った施工において、コンプレッションフィッティングの締め付けが不十分であったために、シーラントがシースに十分に固定されていなかった。このため現地でＣＬＤ本体を弁のＣＬＤ取付座に挿入した際に、シーラント位置がずれて過挿入される過程で、まず電極が弁棒に接触して変形し、次にシース端部が弁棒と接触した。この時、弁棒とシース端の接触点が支点となることから、変形した電極が弁棒から離れた状態となったものと考えられる。またＣＬＤの取付から誤警報の発報までに長時間を要した理由は、当該弁においてはＣＬＤを弁棒に対して斜めに挿入する構造であったことから、挿入後変形した先端部電極と弁棒とは一旦電気的に離れたが、弁の開閉操作が繰り返し行われた結果(約 130 回)、シース部が摩耗して再度電気的に接触し、誤警報を発報したものと推定される。しかしその場合の電気的な接触抵抗は不安定なものであることから、警報の発報と停止を繰り返したものと考えられる。(添付資料－10)

弁内部から回収した黒色粒状の物質については、グランドパッキンの材料として使用されているグラファイトであった。グラファイトは電導性があるので、弁棒と電極間の狭隘部へグラファイトが接触し、誤警報が発報したことも考えられる。

(2) 同タイプの他のCLD先端部電極の変形について

ＣＬＤ据付時の過挿入による接触、または、挿入時の挿入孔と電極部の接触が考えられる。

(3) シーラントの固定不足について

シーラントをシースに固定するのは、押しねじを締め付けシーラントを塑性変形させることにより行う。

シーラントの固定に際しては、押しねじを 1/4 から 1/2 回転させ締め付けることがＣＬＤ製作メーカの社内資料（取扱説明書）に記載されていたが、誤警報発報後の試験では、1/4 の回転量で締め付けた３例のうち、１例のシーラントが締め付け後も動くことが確認された。

従って、シーラントがシースに十分に固定されていなかった原因には、工場でシーラントの締め付けが行われなかったこと、工場でシーラントの締め付けが行われたがその締め付けが社内資料（取扱説明書）どおりに行われなかったこと、または社内資料（取扱説明書）に記載してある締め付け方法が適切でなかったことが考えられる。

更に、シーラントの固定状況の確認等を残す管理にはなっていなかったこと、並びに現地据付においてシース部の挿入長さやシーラント位置のズレを確認するための管理が行われていなかったため、締付け不足によるシーラントの位置ズレを見逃したまま据え付けることとなったと考えられる。

4． 点検方針

(1) ナトリウム漏えい検出器等（添付資料－11）

① シーラント型ＣＬＤ（参考－１の(注)参照）

警報を発報したＣＬＤのようにシーラントで挿入長さを決め据え付けるＣＬＤについては、全数を引き抜いて検出器の寸法、取付位置、シーラントが固定されていることを確認する。

② シーラント型ＣＬＤ以外のナトリウム漏えい検出器（ＣＬＤ、ＳＩＤ、ＤＰＤ、ＲＩＤ）

全数について機能に影響し得る寸法、取付位置、取付方向、取付方法等の確認（構造確認）及び機能確認（添付資料－12）を実施する。ただし、構造上、施工が機能に及ぼす影響が十分小さいと考えられるもの又は第三者による検査記録により設計に従い施工が行われていることが確実に確認できるものについては、統計的に信頼性のある抜き取りにより構造確認を行う。

③ その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備（空気雰囲気セルモニタ、液面計、温度計等）

②と同様な点検を行う。

(2) 水平展開

温度計、液面計等の差し込み構造を持つ計装品（添付資料－13）及び同一の製作施工会社の計装品等（添付資料－14）について、（１）の②と同様の点検を行う。

5． 点検工程

ナトリウム漏えい検出器等の点検工程を添付資料－15 に示す。

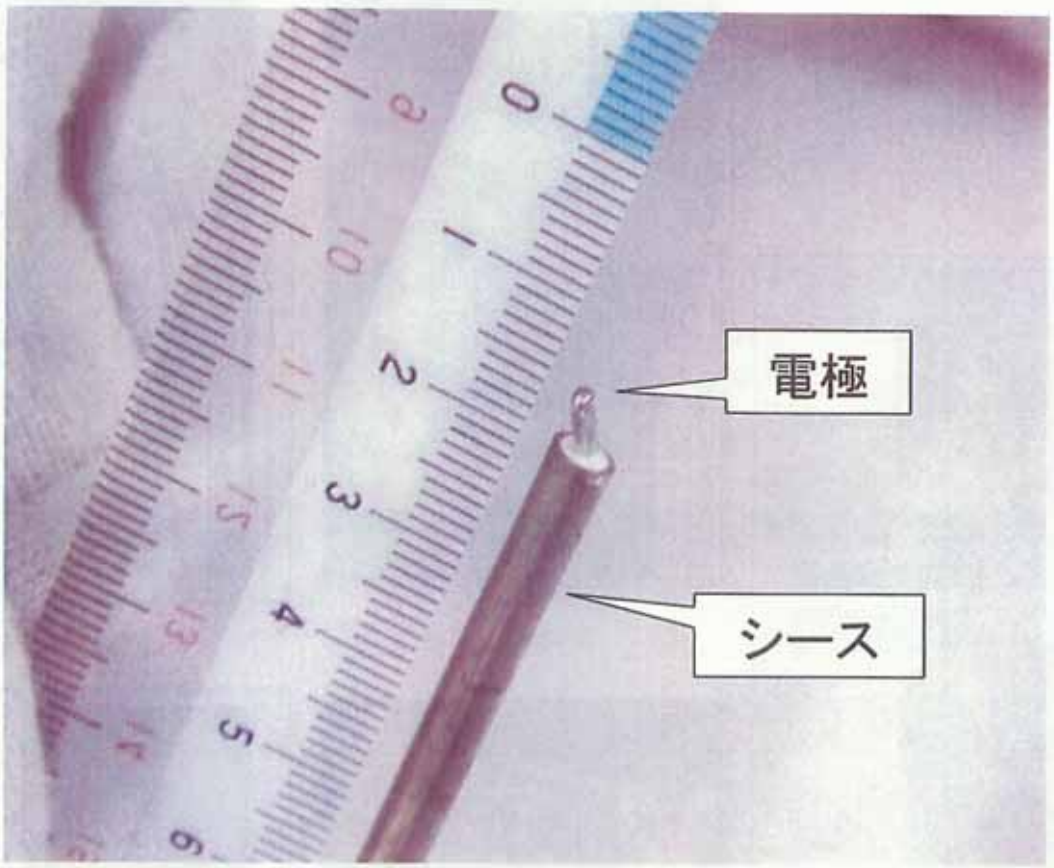
6． その他

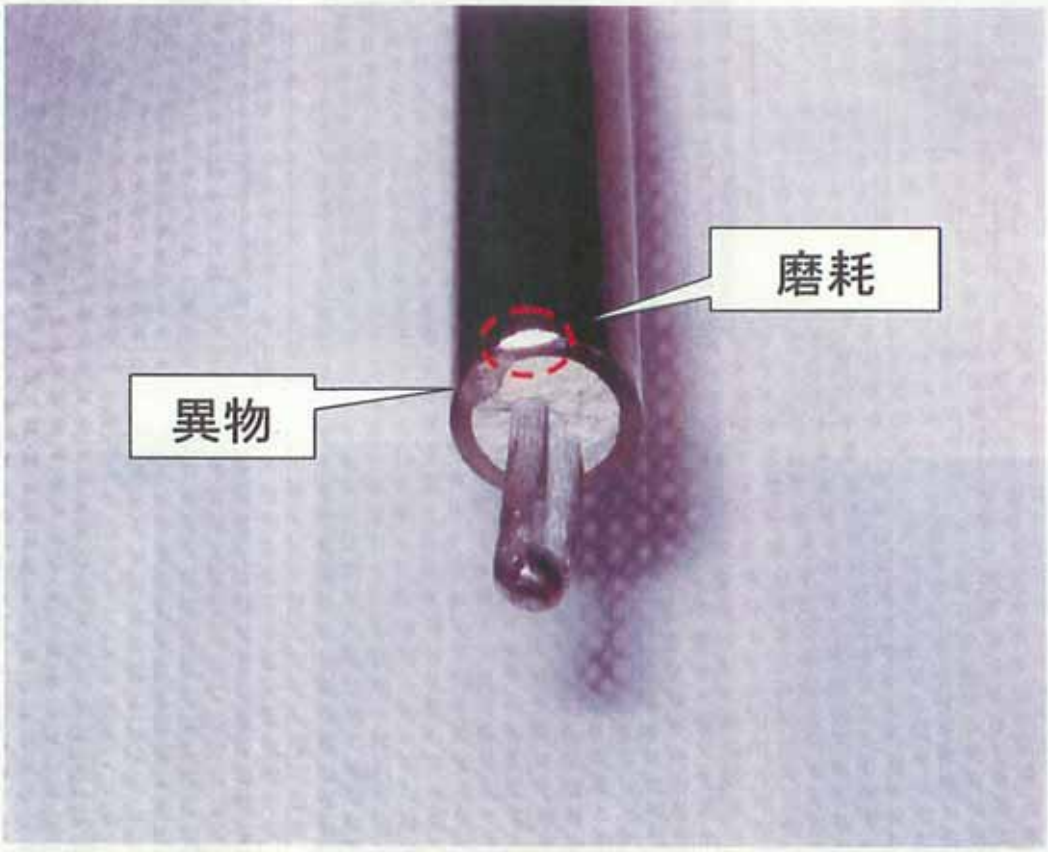
(1) 点検中に確認された不具合については、その都度、本計画書を見直し適切な点検を行うとともに、必要により工程の見直しを行う。

(2) 再発防止対策については、これまでの調査及び本点検計画書による点検結果を踏まえ実施するとともに、施工管理に係わる対策について適切な処置を行う。

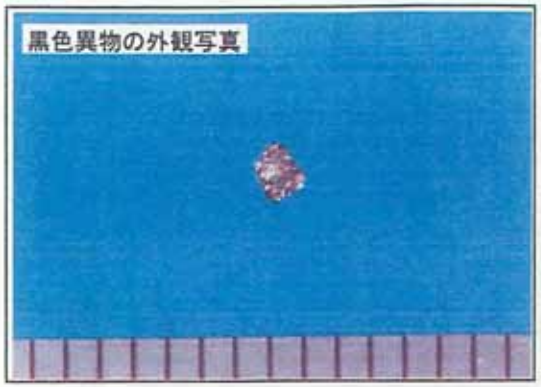
(3) 根本的な原因分析と施工管理上の問題を検討し、これに基づき必要な水平展開を図る。

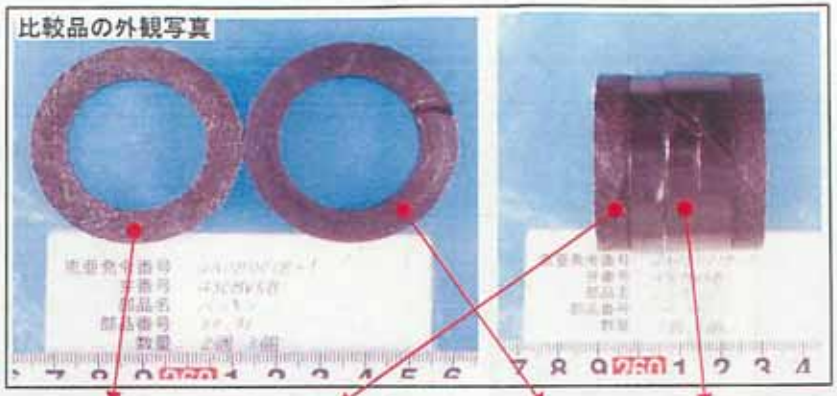
以 上

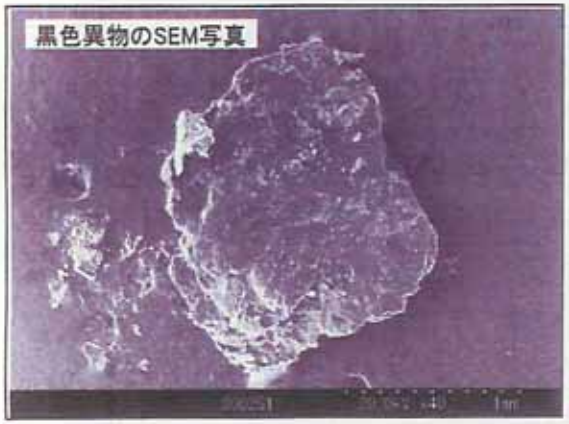


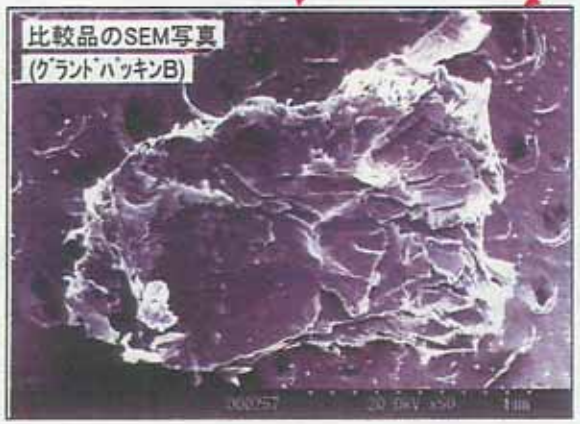


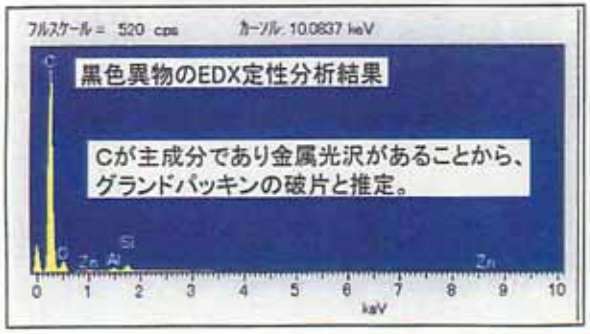
430MV5BのCLD先端部目視点検結果

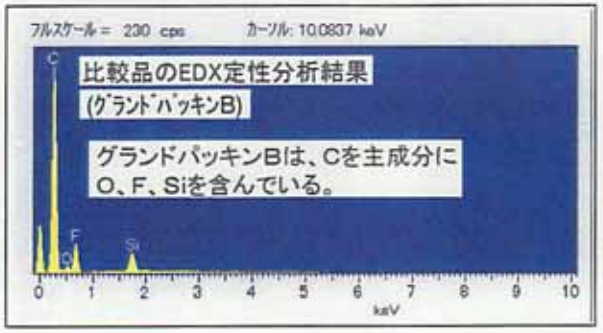




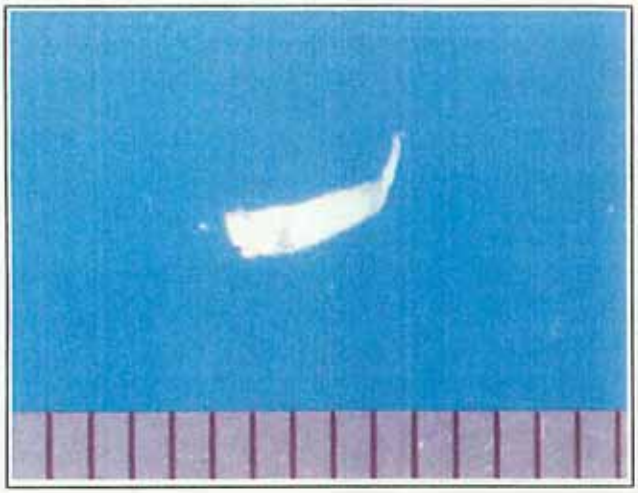




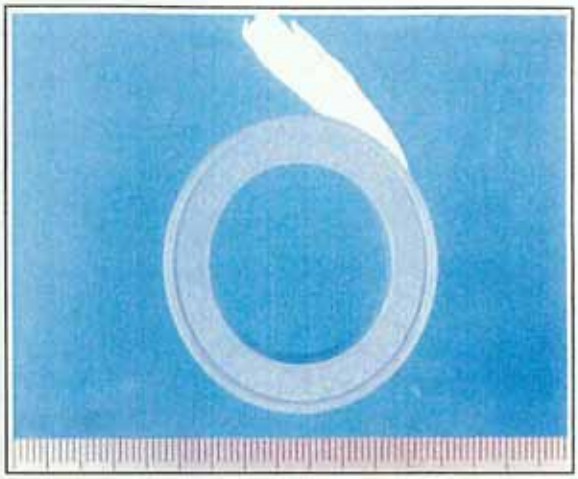




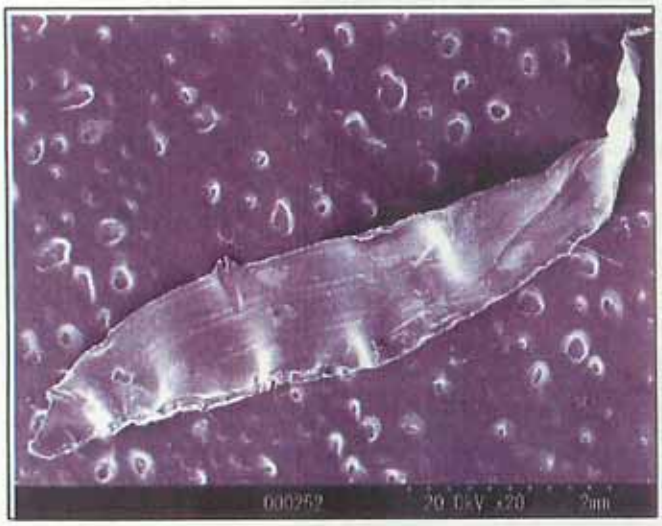
430MV5Bにおける異物確認結果
(黒色異物と比較品の外観、走査型電子顕微鏡(SEM)観察及び エネルギー分散型蛍光X線分析(EDX)定性分析)



白色異物の外観写真

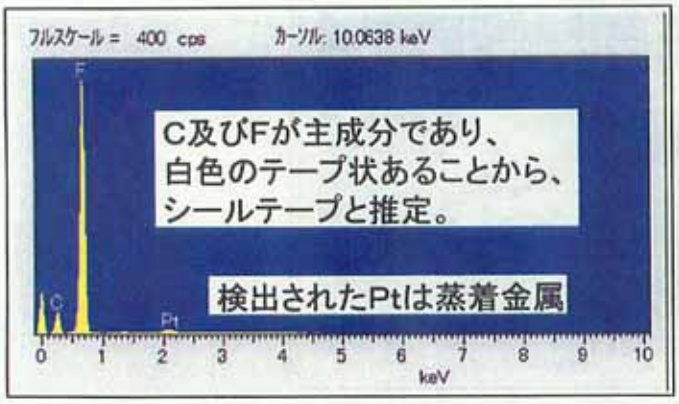


比較品の外観写真
(シールテープ)

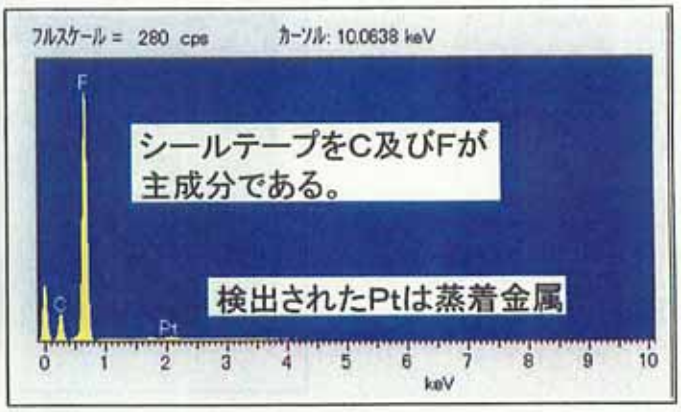


白色異物のSEM写真

比較品のSEM写真
(シールテープ)

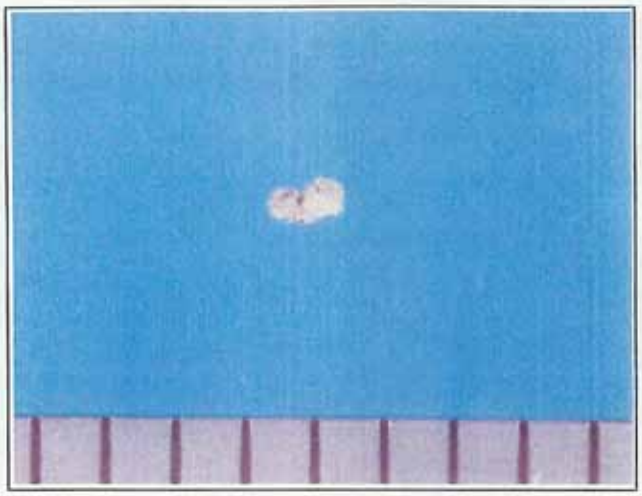


白色異物のEDX定性分析結果

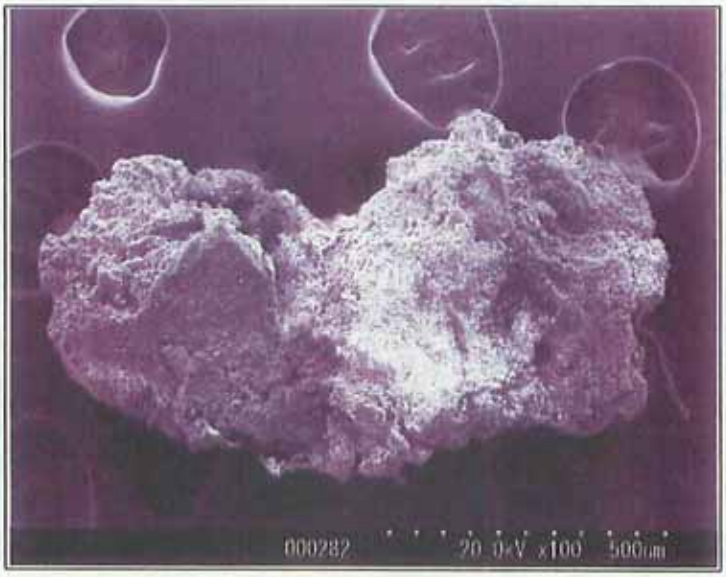


比較品のEDX定性分析結果
(シールテープ)

430MV5Bにおける異物確認結果
(白色異物と比較品の外観、走査型電子顕微鏡(SEM)観察及びエネルギー分散型蛍光X線分析(EDX)定性分析)



付着物の外観写真

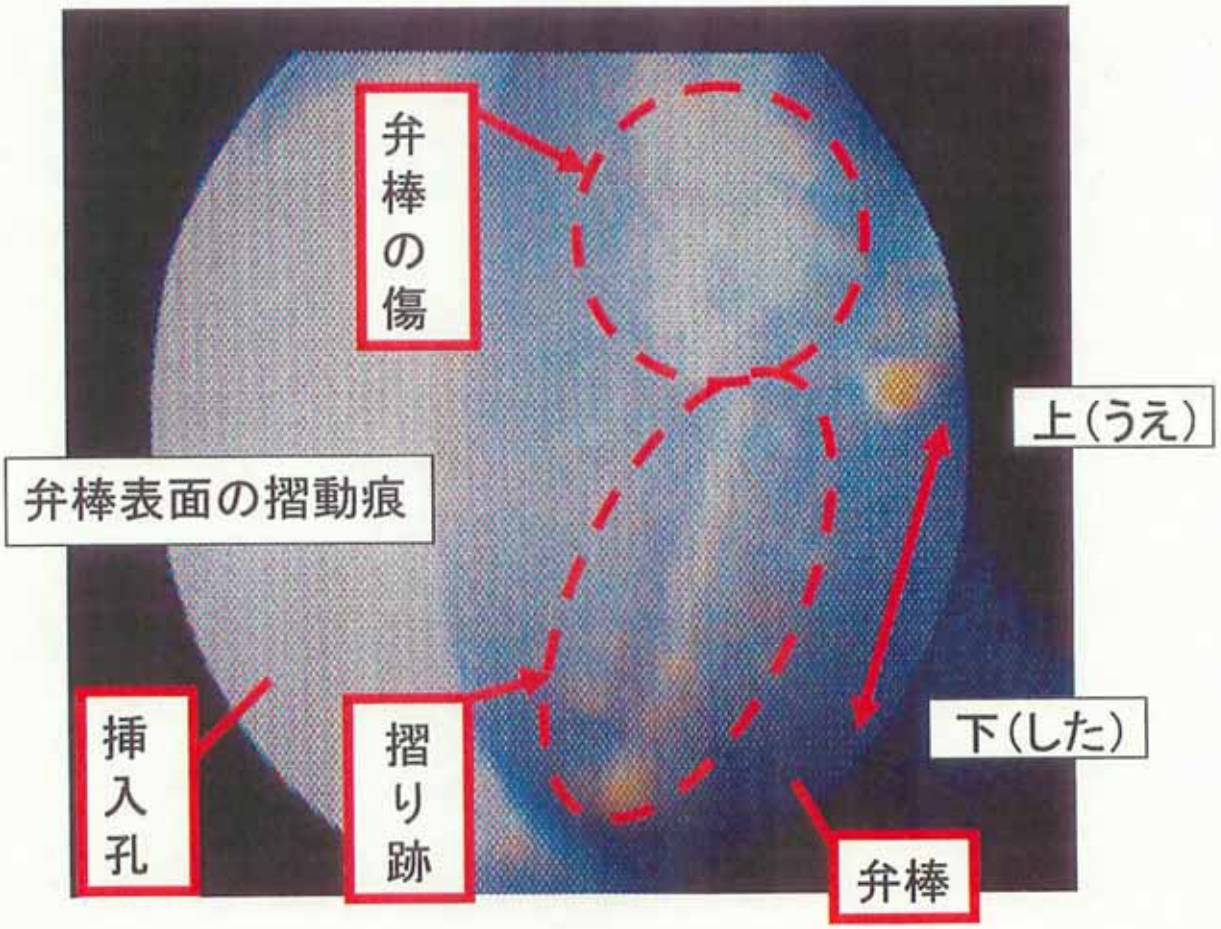


付着物のSEM写真

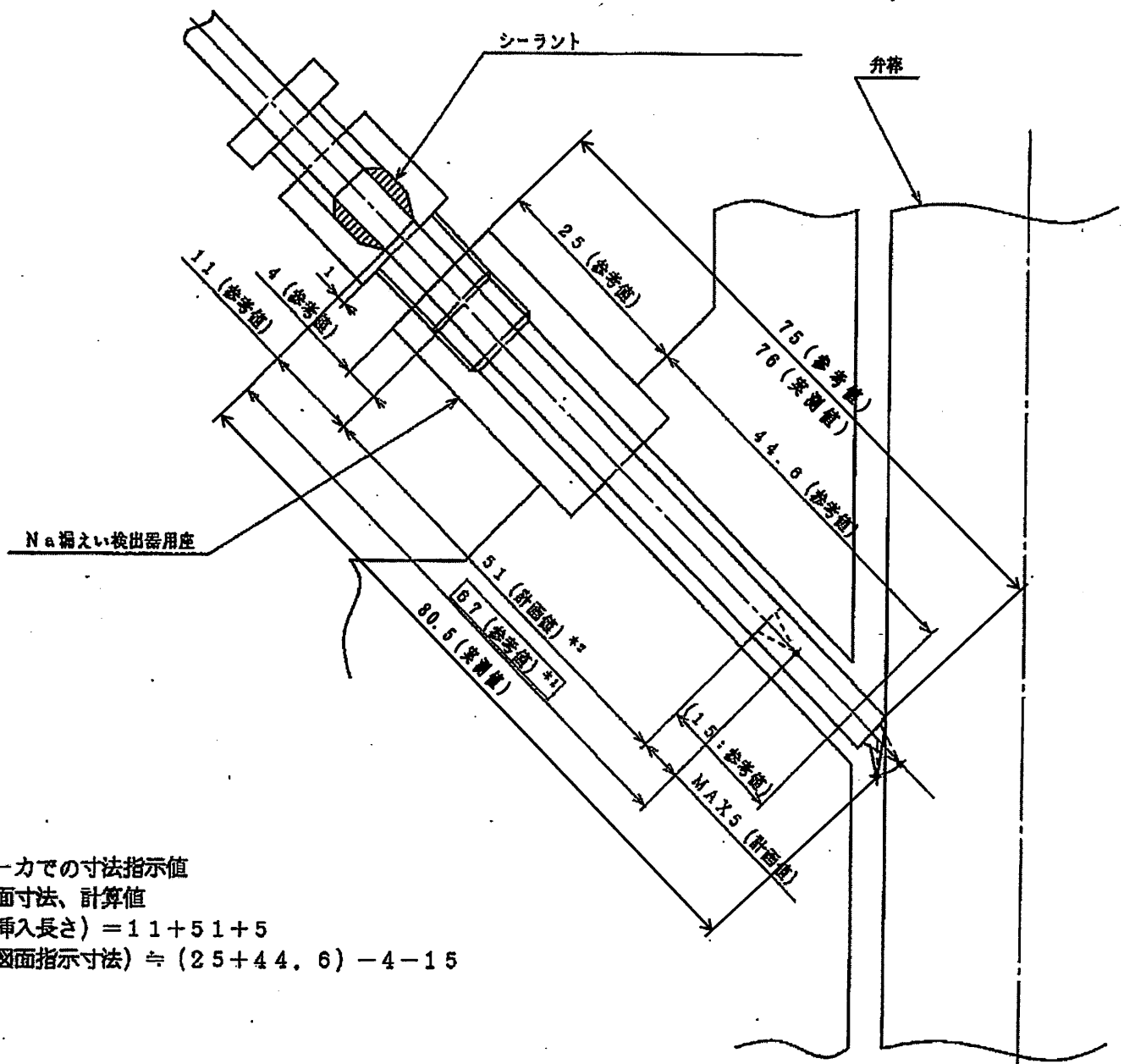
付着物のEDX定性分析結果

CLDシース先端付着物外観、走査型電子顕微鏡(SEM)観察
及びエネルギー分散型蛍光X線分析(EDX)定性分析
(先端付着物)

添付資料－3

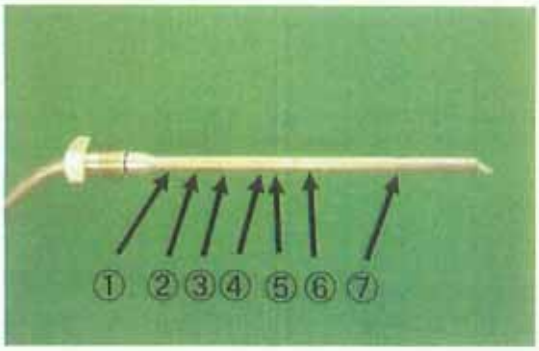


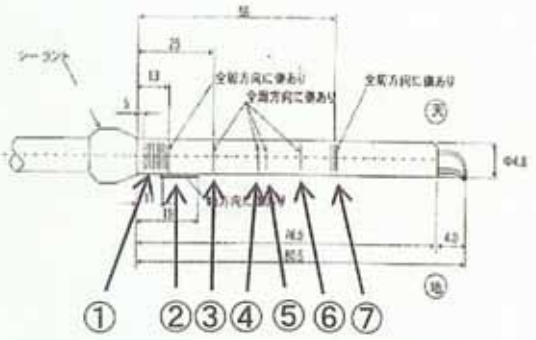
430MV5BのCLD挿入孔内観察状況（ファイバースコープ）

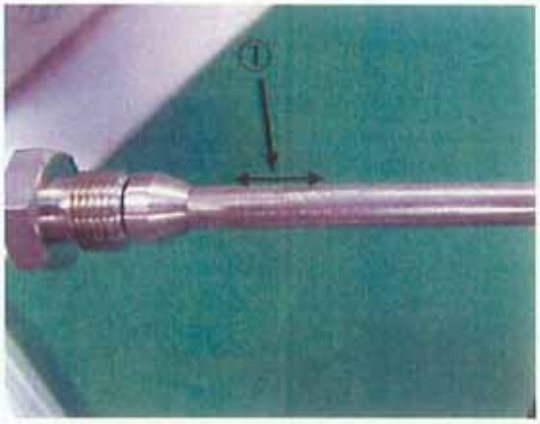


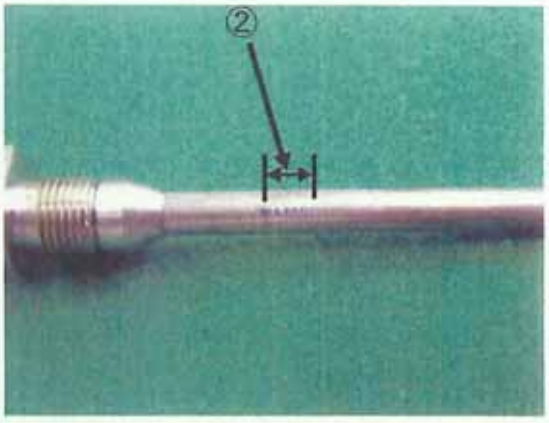
・計画値：メーカでの寸法指示値
・参考値：図面寸法、計算値
＊1：67（挿入長さ）＝11＋51＋5
＊2：51（図面指示寸法）≒（25＋44．6）－4－15

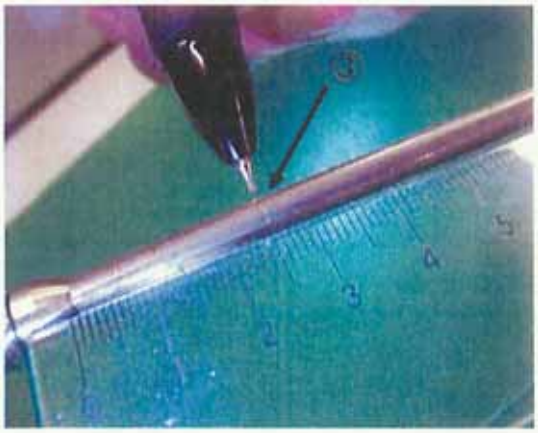
４３０ＭＶ５Ｂ寸法測定結果

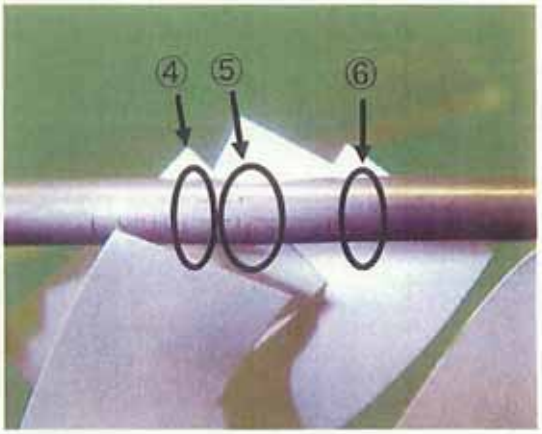


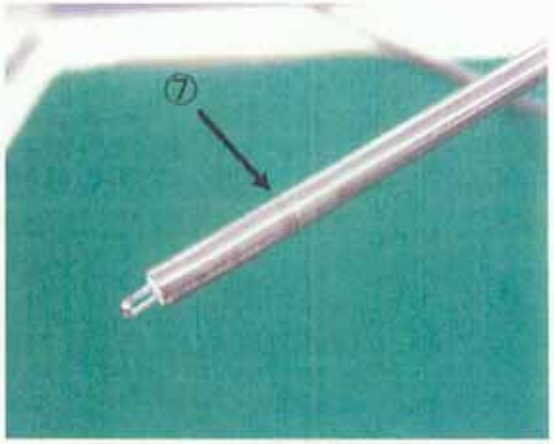












430MV5BのCLDシース表面点検結果

シーラント型ＣＬＤの調査状況（平成20年4月13日現在）

CLD斜め挿入分

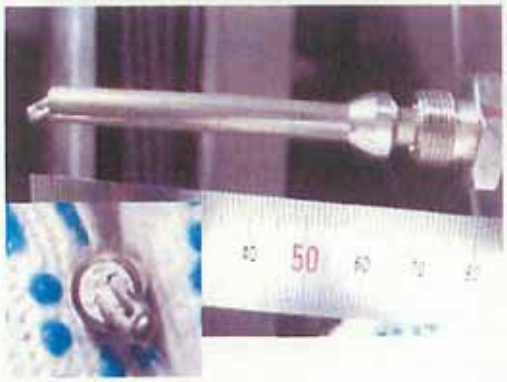
No	対象弁		挿入角度	調査結果			接触評価	備考
				電極先端の状態	導通・絶縁（取外前）	挿入長さ実測値（設計参考値）単位：mm	CLD先端から弁棒までの距離 単位：mm	
1	430	MV1	当該品と同角度	曲がりあり	○	82.5[*1]（105.0）	33.0	シーラントが動く
2		MV2	当該品と同角度	曲がりあり	○	94.0（83.0）	3.5	
3		MV4	当該品と同角度	曲がりあり	○	79.5（67.0）	4.0	
4		MV5A	当該品と同角度	○	○	60.0（67.0）	22.0	
5	140	MV12B	当該品と異なる角度	曲がりあり	○	65.0（55.0）	-0.5	
6		V13B	当該品と異なる角度	○	○	55.5（55.0）	9.5	
7	120	V20	当該品と異なる角度	○	○	54.5（55.0）	10.5	
8	130	V1A	当該品と異なる角度	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
9		V4A	当該品と異なる角度	曲がりあり	○	寸法計測中	寸法計測中	
10		V1B	当該品と異なる角度	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
11		V2B	当該品と異なる角度	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
12		V3B	当該品と異なる角度	曲がりあり	○	寸法計測中	寸法計測中	

＊１：シーラントの位置が不明確なため、取り外し前のマーカを基準にした計算した値

No	対象弁		挿入角度	調査結果			接触評価	備考
				電極先端の状態	導通・絶縁(取外前)	挿入長さ実測値(設計参考値)単位：mm	CLD先端から弁棒までの距離 単位：mm	
13	140	MV4B	—	○	○	178 (178)	8.5	
14		V10B	—	○	○	161 (161)	11	
15		V16	—	○	○	161 (161)	9	
16		MV1B	—	○	○	178 (178)	8.5	
17		V3B	—	○	○	178 (178)	8	
18		MV5B	—	○	○	181.5 (181)	11	
19		V9B	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
20		MV2B	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
21		V6B	—	○	○	181 (181.5)	10	
22		MV7B	—	○	○	181 (181.5)	10.5	
23		V8B	—	○	○	181.5 (182)	9	
24		V14	—	曲がりあり	○	寸法計測中	寸法計測中	
25	430	V6	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
26		MV7	—	○	○	182 (181)	7.5	
27		MV8	—	○	○	181.5 (181)	8.5	
28		MV9	—	曲がりあり	○	寸法計測中	寸法計測中	
29		MV10	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
30		MV701	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
31	110B	V701	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
32		V2	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
33	120	V15B	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	シーラントが動く

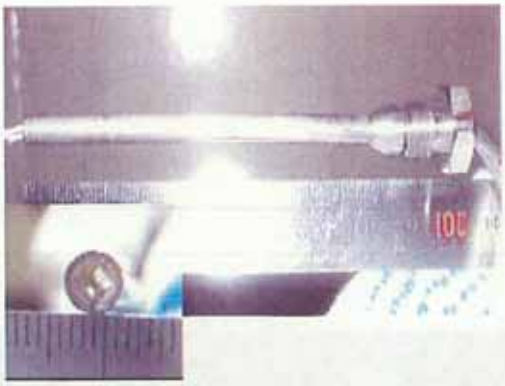
CLD水平挿入分(2/2)

No	対象弁		挿入角度	調査結果			接触評価	備考
				電極先端の状態	導通・絶縁(取外前)	挿入長さ実測値(設計参考値)単位：mm	CLD先端から弁棒までの距離 単位：mm	
34	130	V30A	—	○	○	184.5 (181)	5	
35		MV34A	—	○	○	78 (72)	2	
36		MV34B	—	○	○	275.5 (273)	5.5	
37		V35	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
38		V20	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
39		V21	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	
40		V23	—	○	○	寸法計測中	寸法計測中	

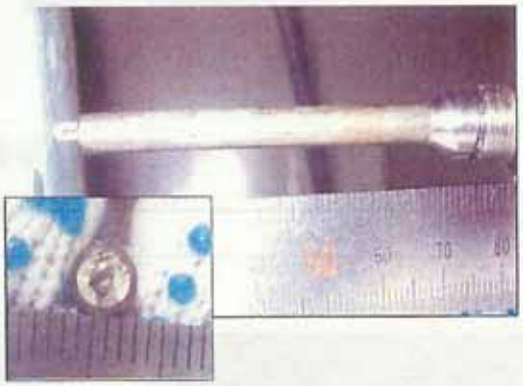


430MV1（電極：曲がりあり）

430MV2（電極：曲がりあり）



430MV4（電極：曲がりあり）

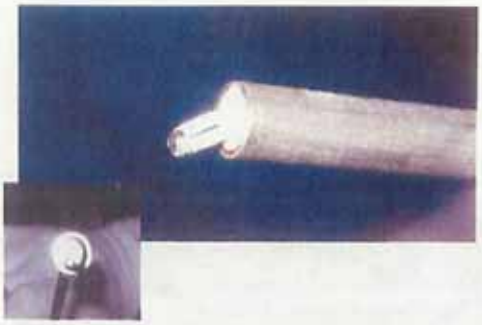


430MV5A（電極：曲がりなし）

当該品と同角度のCLD

シーラント型CLDの調査状況

140MV12B(電極:曲がりあり)

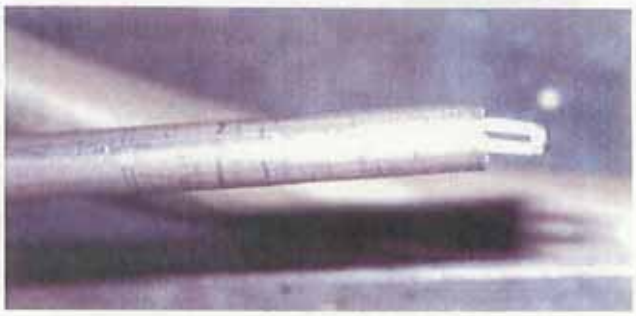


130V4A(電極:曲がりあり)

130V3B(電極:曲がりあり)

当該品と異なる角度のCLD

140V14(電極:曲がりあり)



430MV9(電極:曲がりあり)

水平挿入のCLD

シーラント型CLDの調査状況

シーラントの工場、サイトでの施工手順及び施工管理方法（推定）

1．工場での施工手順及び管理方法

1－1 施工手順

1. ＣＬＤシースに図面指示寸法のケガキ線を入れる（別紙-1）
2. ＣＬＤシースにコンプレッションフィッティング（押しねじ，シーラント，本体）を差し込む（別紙-2）
3. 本体をケガキに合わせ，押しねじで仮締めする。
4. 図面指示寸法を確認する。（別紙-3）
5. 押しねじをスパナにて1/4～1/2 回転締付ける。（別紙-2）
6. 図面指示寸法を確認する。
7. ケガキ線を拭き取り洗浄する。

1－2 施工後検査

寸法確認については記録がない。

2．サイトでの施工手順及び管理方法

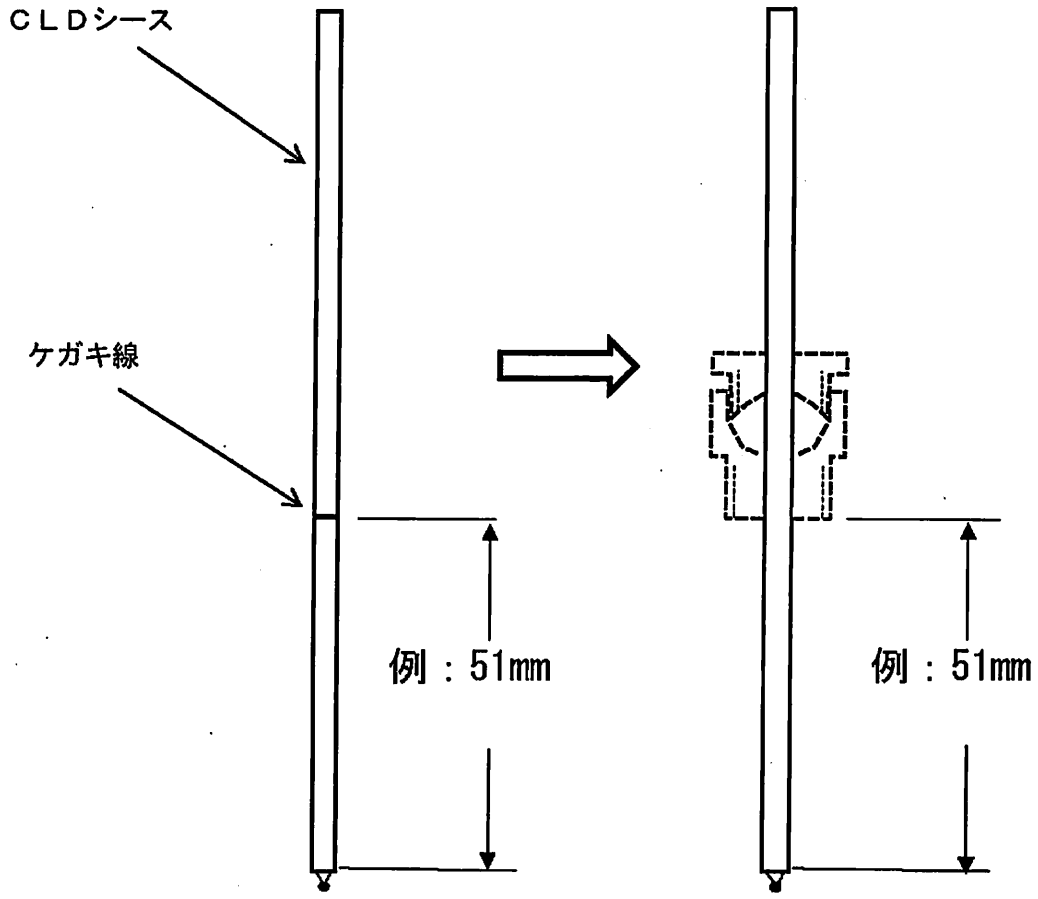
2－1 施工手順

1. 押しねじを緩めて，本体と押しねじを分離する。
2. 本体を弁側取付座にねじ込む。
3. ＣＬＤを先端から本体に当るまで挿入する。
4. 押しねじをスパナにて増し締めする。（別紙-2）

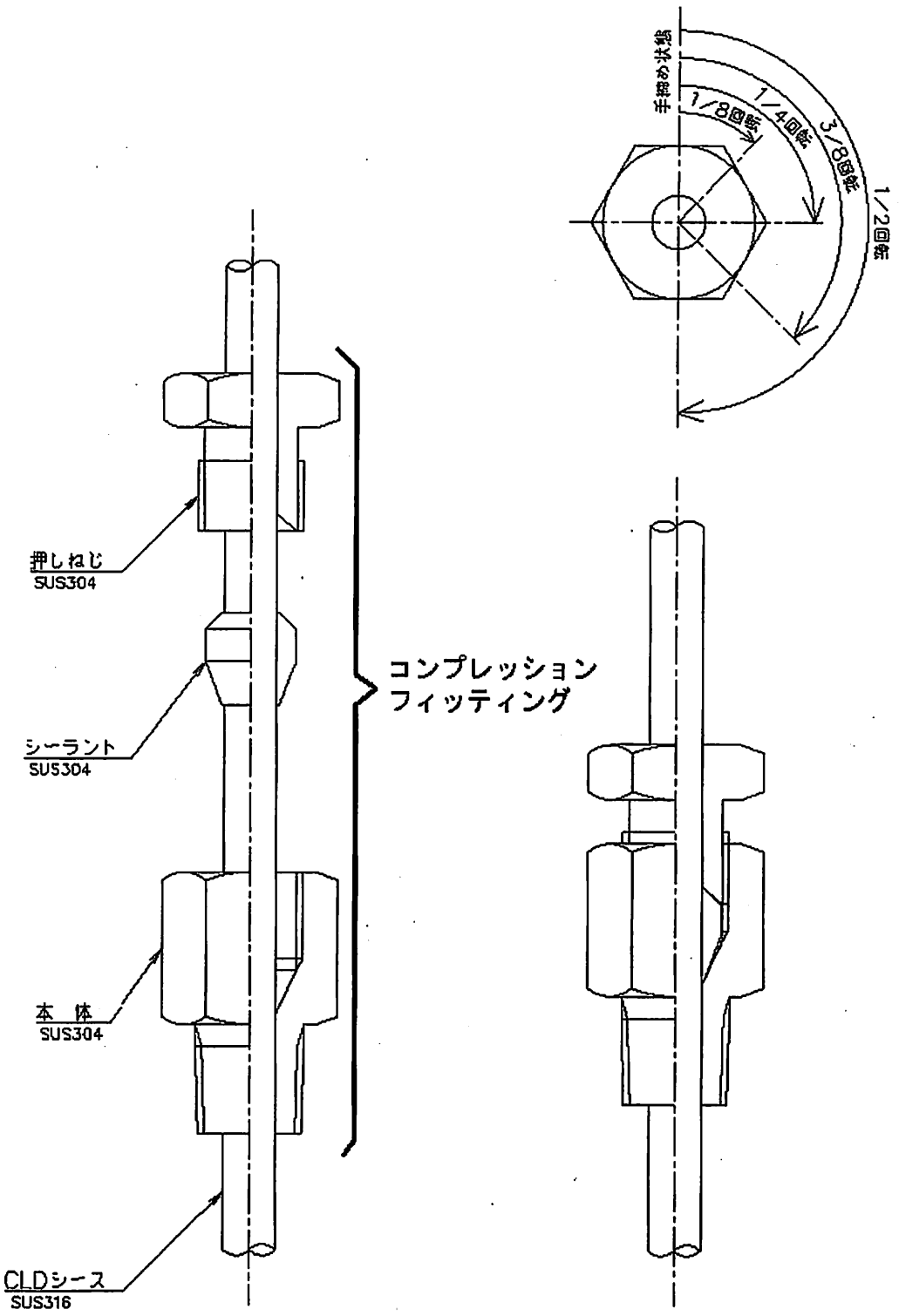
2－2 施工後検査

電気試験は行ったが，挿入寸法に関する検査は行わなかった。（別紙-4）

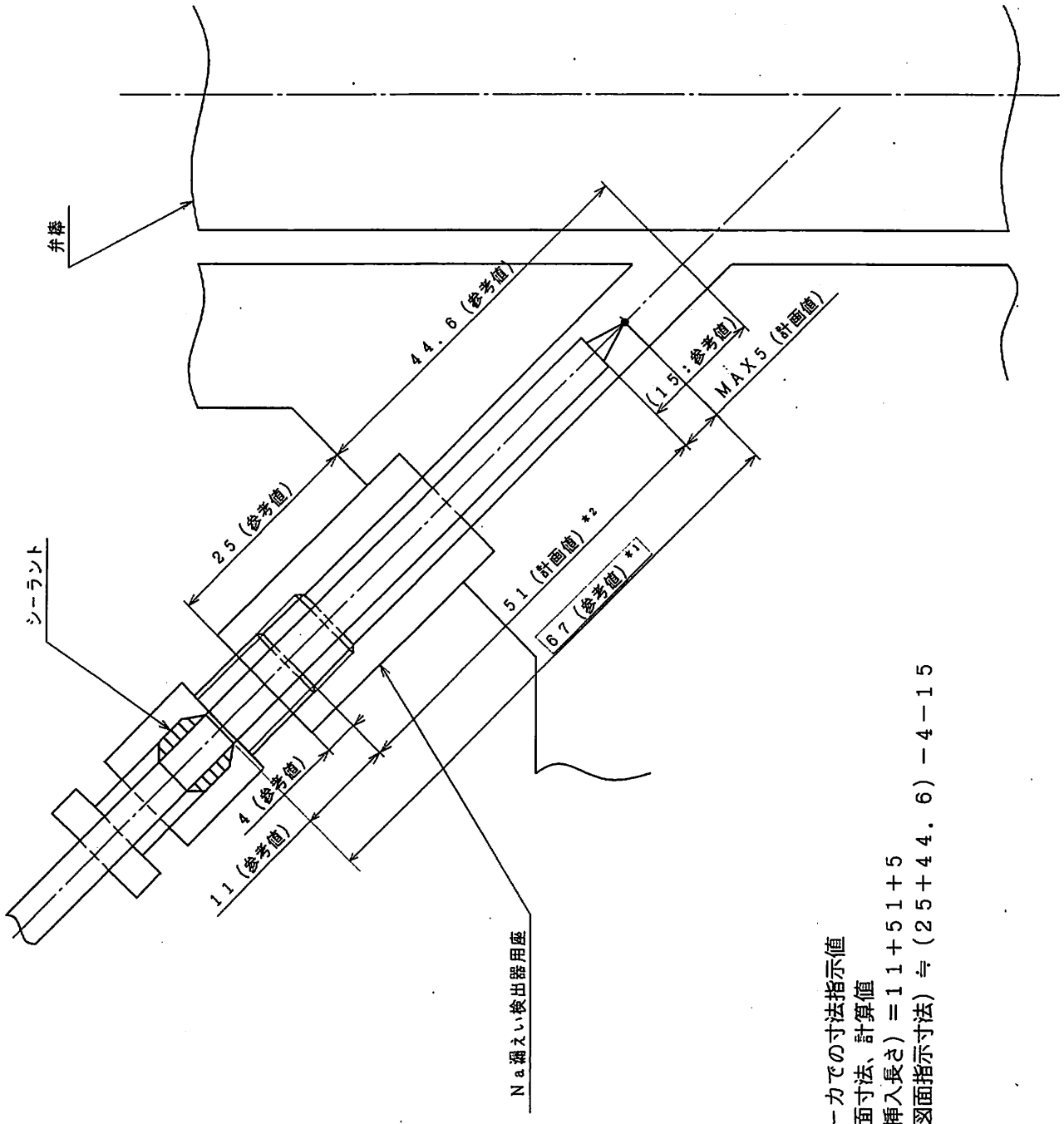
別紙—1



別紙—2


手締め状態
1/8回転
1/4回転
3/8回転
1/2回転
押しねじ
SUS304
シーラント
SUS304
本 体
SUS304
CLDシース
SUS316
コンプレッション
フィッティング

別紙-3



・計画値：メーカでの寸法指示値
・参考値：図面寸法、計算値
＊1：67（挿入長さ）＝11＋51＋5
＊2：51（図面指示寸法）≒（25＋44.6）－4－15

別紙－4 (1/2)

漏洩検出器（開放型）試験検査成績書
（施工後）

建物・エリア	R/B R303B
系統番号	430系
系統名称	1次メンテナンス冷却系
機器名	

NO	漏洩検出器番号	部屋番号	導通 (Ω)	絶縁抵抗 (KΩ)	判定	[redacted]		[redacted]		備考
1	430-XE301	R303B	0.4	180	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	430MV1
2	430-XE302	R303B	0.6	500	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	430MV2
3	430-XE303	R303B	0.3	220	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	68-430-5
4	430-XE315	R303B	0.5	150	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	430MV4
5	430-XE316	R303B	0.3	200	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	48-430-3
6	430-XE317A	R303B	0.5	300	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	430MV5A
7	430-XE317B	R303B	0.5	160	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	430MV5B
8	430-XE318	R303B	0.5	240	合格	91 3/22	[redacted]	3/23	[redacted]	430V6
		以上	下	余		白				

注）[redacted] ： [redacted] 確認日及び、 確認者

[redacted] ： [redacted] 社内検査実施日及び、検査員

絶縁抵抗測定は、テスターにて実施しました。

社内立会：温度17℃, 湿度48%

顧客立会：温度— ℃, 湿度 — %

[redacted]		[redacted]		
Q C	指導員	承認	審査	作成
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

別紙－4(2/2)

漏洩検出器施工検査記録・試験検査成績書

動力炉・核燃料開発事業団殿 もんじゅ発電所				社内立会日	平成3年2月23日
				客先殿立会日	平成3年2月25日
客先				建物・エリア	R/B R-303B
記録確認				系統番号	430系
		[redacted]	[redacted]	系統名称	1次メンテナンス冷却系
				機器名称	――――

No	チェック項目	判定基準	確認 施工者	監督	指導員	QC	客先
1	外観表面に有害な欠陥はあるか	打ち傷、すり傷、腐食溶接スパッタ、油及び水分等の無いこと。	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/23 [redacted]	記録確認
2	固定用サポートに緩みはあるか 取付ボルトに緩みはあるか	緩みの無いこと トルク値を満足していること(下 表)	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/23 [redacted]	
3	取付位置及び検出器番号、取付員数に相違はあるか	配置図通りのこと 施工図通りのこと	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/23 [redacted]	2/25
4	周辺構造物との干渉はあるか	干渉の無いこと	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/23 [redacted]	[redacted]
5	導通はあるか	導通のあること	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/23 [redacted]	
6	絶縁抵抗は規定値以上あるか	~~密閉型 5MΩ以上~~ 開放型 50KΩ以上	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/22 [redacted]	2/23 [redacted]	

注）1．確認欄には判定基準を満足したとき、確認者のサインをする。

2．ボルト締付トルクは下表とする。（施工対象トルクには○をする。）

ボルトサイズ	M4	(M6)	M8	M10	M12
締付トルク(kg・cm)	15±3	50±10	120±20		

4．対象漏洩検出器は次紙リストを参照のこと。

配置図図書番号：R33-110-40
配置図番号：NE-105-997

施工図図書番号：R33-430-18
施工図番号：ND-106-592

[redacted]		[redacted]	
QC	指導員	監督	施工者
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

CLDの製作・施工管理体系の概要

JAEA（PNC）

契約書記載項目　＜JAEA指定項目＞
・CLD型式：コンタクト形（員数：一式）
・主要材料：シース　SUS、絶縁部　酸化マグネシウム
・適用指針による規定(MJ基準)

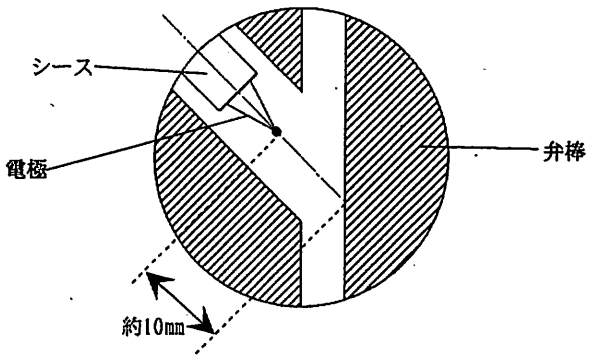
元請メーカ

ナトリウム漏洩検出器共通購入仕様書記載項目
・CLD型式、被取付物(機器，配管及び弁類)
・被取付物の運転温度、端子部雰囲気温度
・耐久性：耐用年数、耐放射線性（最高部位）
・材料(材質)シース、絶縁材
・耐震クラス、重要度分類
・検査項目，判定基準
　（シーラント位置寸法に関する検査は指定なし。）
・適用指針による規定(MJ基準)

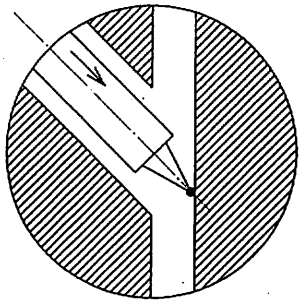
弁製作図の送付

CLD製作施工メーカ

・CLDの製作、工場施工(シーラント固定)、現地取付け
・取付位置，取付方法の決定(シーラント位置寸法決定)
　（コンプレッションフィッティングの使用，取付要領等を含む他、
　元請メーカから指示のない項目）

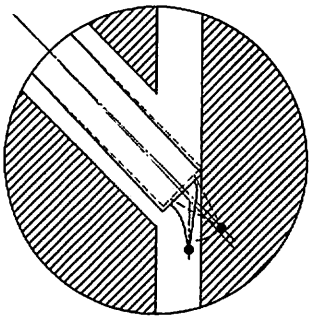


※計画上の電極～弁棒間



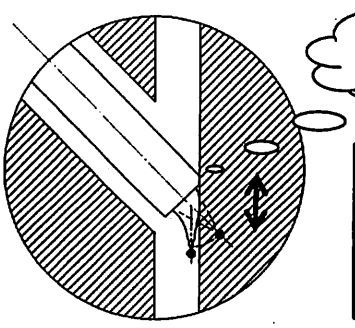
① 弁体に挿入するCLDを計画値より13.5mm長く挿入したため、電極の先端部が弁棒に当る。

H3年2月頃



② 当った後もさらに挿入されたことによって、電極が曲がりシース上端が弁棒に当って下方向に変形したため、電極が弁棒から離れた。

H3年2月頃



③ 弁棒の摺動により当っていたシース上端が磨耗したため、離れていた電極が接触した。

H3年3月頃～H20年3月26日

誤警報発報の直接の原因

点検対象計器

ナトリウム漏えい検出器

検出方法	検出器の種類	取付		個数		弁用のCLD個数	取付状況
接触式	CLD	1次系(シーラント型)		179		108	弁、配管、機器
		2次系	(シーラント	224	92	56	弁、配管、機器
			(シーラント型以外)		132	84	
		炉外燃料貯蔵設備(シーラント型以外)		102		67	弁、配管、機器
ガスサンプリング型	SID	原子炉容器		8		—	原子炉容器
		1次系		22		—	配管、機器、雰囲気
	DPD	原子炉容器		8		—	原子炉容器
		1次系		22		—	配管、機器、雰囲気
		炉外燃料貯蔵設備		14		—	配管、機器、雰囲気
	RID	2次系		32		—	配管、機器

小計　611　個

その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備(1/4)

検出方法	検出器の種類	取付	個数	弁用のCLD個数	取付状況
熱感知式	空気雰囲気セルモニタ	2次系	208	—	雰囲気
煙感知式		2次系及び炉外燃料貯蔵設備	336	—	雰囲気

小計　544　個

その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備(2/4)

検出方法	検出器の種類	取付	個数	備考
誘導式	原子炉容器ガードベッセル内液面計	原子炉容器	3	固定点式
	ナトリウム漏えい確認用液面計		13	固定点式
接触式	1次ポンプガードベッセル内液面計	1次系	9	固定点式
	中間熱交換器ガードベッセル内液面計		9	固定点式

小計　34　個

その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備(3/4)

検出方法	検出器の種類	取付	個数	備考
誘導式	原子炉容器ナトリウム液面計	原子炉容器	7	連続式
	1次系 オーバフロータンク液面計	1次系	3	連続式
	1次系 ダンプタンク液面計		3	連続式
	1次系 ドレンタンク液面計		1	連続式
	1次主循環ポンプ液面計		6	連続式
	1次主循環ポンプ オーバフローコラム液面計		6	連続式
	蒸発器液面計	2次系	6	連続式
	過熱器液面計		6	連続式
	2次系 オーバフロータンク液面計		6	連続式
	2次系ダンプタンク液面計		3	連続式
	2次主循環ポンプ液面計		6	連続式
	2次主循環ポンプ オーバフローコラム液面計		3	連続式
	2次メンテナンス冷却系 膨張タンク液面計		1	連続式
	炉外燃料貯蔵槽 液面計	炉外燃料貯蔵設備	2	連続式1、固定点式1
	炉外燃料貯蔵設備 1次系オーバフロータンク 液面計		2	連続式1、固定点式1
	炉外燃料貯蔵槽冷却系 膨張タンク液面計		6	連続式3、固定点式3
	炉外燃料貯蔵槽 1次系ドレンタンク液面計		1	連続式
	炉外燃料貯蔵槽 2次系ダンプタンク液面計		1	連続式
温度計	原子炉格納容器 床下温度計	原子炉容器 1次系	18	—
		小計	87	個

その他ナトリウム漏えい確認が可能な設備(4/4)

検出方法	検出器の種類	取付	個数	弁用の CLD個数
接触式	改良型温度計付漏えい確認用 検出器	2次系	42	—
		小計	42	個
		合計	1318	個

ナトリウム漏えい検出器等機能確認

設置場所	検出器の種類		設置個数	導通試験	絶縁抵抗測定	電圧測定	フィラメント温度	差圧伝送器点検	指示値確認	警報試験
1次冷却系	CLD		179(9)	●	●	—	—	—	—	●
	SID		22	●	●	—	●	—	—	●
	DPD		22	—	—	—	—	●	—	●
2次冷却系	CLD		92	●	●	—	—	—	—	●
			132(24)	●	●	—	—	—	—	●
	RID		32	●	●	—	—	—	—	●
原子炉容器	SID		8	●	●	●	—	—	—	●
	DPD		8	—	—	—	—	●	—	●
炉外燃料貯蔵設備	CLD		102(8)	●	●	—	—	—	—	●
	DPD		14	—	—	—	—	●	—	●
空気雰囲気セルモニタ	熱感知器		208(208)	—	—	—	—	—	—	●
	煙感知器		336(336)	—	—	—	—	—	—	●
その他	液面計	連続式	64	—	—	—	—	—	●	—
		固定点式	39	●	●	—	—	—	—	●
	床下雰囲気温度計		18	●	●	—	—	—	—	●
	改良型温度計付漏えい確認用検出器		42	●	●	—	—	—	—	—

(注)設置個数の( )は、今回のナトリウム漏えい対策工事で設置した個数(内数)。

温度計、液面計等の差し込み構造を持つ計装品についての水平展開

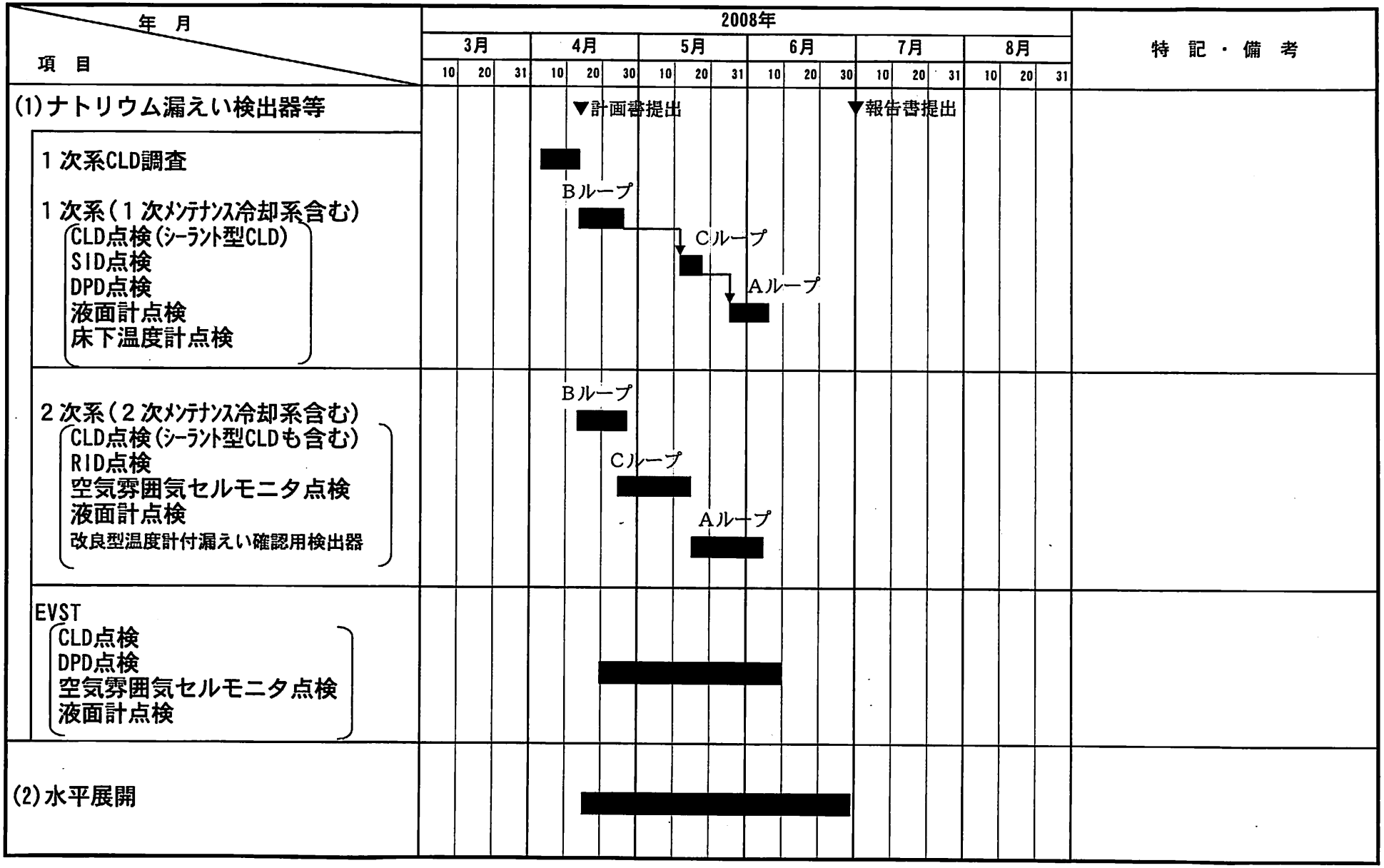
No.	計装品名称	対象部位	工場検査内容	現地検査内容	構 造	備 考
1	誘導式液面計(タンク、ポンプ)	タンク、ポンプの案内管	外観、入出力特性試験	導通、絶縁抵抗測定、警報検査、計測範囲測定	検出部は、保護管内に収納された構造にて案内管に据え付けており、検出部が露出せず、干渉もない。	液面計ゆえに、所定の位置に据え付けた後は、定期的に引き抜くことはない。据付時には、左記の一連の試験検査を実施している。主な構成部品はコイルであり、設備点検においては、導通、絶縁抵抗にて健全性を確認している。
2	中性子束検出器	炉上部機器	外観・寸法、特性試験	外観、特性試験	検出部は、保護管内に収納された構造にて案内管に据え付けており、検出部が露出せず、干渉もない。	現在、原子炉停止中であり、今後、運転を再開した以降は、運転時間に応じて、定期的に交換する。使用期間中は、定期的に絶縁抵抗、静電容量にて健全性を確認している。
3	温度計	機器、配管、タンク類	外観構造、寸法、極性検査、電気抵抗、絶縁抵抗、耐電圧、熱起電力試験	導通、絶縁抵抗測定、警報検査、計測範囲測定	シース内に熱電対が収納された構造であり、検出部が露出せず、干渉もない。	検出器先端部の位置が微妙に変わると測定温度に影響が出かねないため、定期的に引き抜くことはしない。導通、絶縁抵抗にて健全性を確認している。
4	遅発中性子法破損燃料検出装置(DN法FFD)	DN法FFDの案内管	外観、寸法、絶縁抵抗、特性試験	絶縁抵抗、外観据付	検出部は、保護管内に収納された構造にて案内管に据え付けており、検出部が露出せず、干渉もない。	設備点検において、導通、絶縁抵抗を測定し、健全性を確認している。

同一の製作施工会社の計装品等の水平展開

系統	設備名	製作	施工
原子炉	炉心出口計装の温度計	○	－
	原子炉容器バケット液面計	○	－
1次系	シーラント型CLD	○	○
	熱電対（差し込み型）	○	○
	プラギング計	○	○
	ナトリウムサンプリング装置	○	○
1次メンテナンス冷却系	熱電対（差し込み型）	○	○
2次系	熱電対（差し込み型、改良型温度計を含む。）	○	○※1
	水漏えい検出設備（ユニット）	○	○
2次メンテナンス冷却系	熱電対（差し込み型）	○	○
炉外燃料貯蔵設備	熱電対（差し込み型）	○	－
	液面計	○	－
	電磁ポンプ	○	－
	電磁流量計	○	－
	プラギング計	○	－
	冷却系循環ポンプ	○	－
	冷却系循環ポンプ冷却ファン	○	－
	1次補助ナトリウム系汲上ポンプ	○	－

※1：過熱器、ナトリウム・水反応生成物収納設備

点検工程



点検の進捗により変更もありうる。

ナトリウム漏えい検出器について

もんじゅで使用しているナトリウム漏えい検出器には接触型とガスサンプリング型がある。ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出設備は、ナトリウムを内包する機器、配管と保温層間の雰囲気や、それらの機器が設置されている部屋の雰囲気を、サンプリング配管により検出器に導き、ナトリウムが漏えいした場合には、サンプリングガス中にナトリウムエアロゾルが含まれ、これを検出する仕組みである。ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出設備の種類には、SID、DPD、RIDがある。

(1)CLD(Contact Leak Detector) ： 接触型ナトリウム漏えい検出器

検出器の電極間、あるいは電極ーアース間に漏えいナトリウムが付着すると、電気的に短絡し、これにより漏えいを検出する仕組みである。ナトリウムを内包する弁のベローズからの漏えいを、また機器、配管からの漏えいを監視する。

（注） シーラント型 CLD

先端の電極部を含む CLD シースをナトリウム漏えい検出対象である弁、配管、機器の保温材内部等に差し込んで CLD さや管等に固定する際に、コンプレッションフィッテイングを用いることがある。本計画書では、位置決め金具(シーラント)の位置によって挿入長さが決まる構造となっているものを特にシーラント型CLDと称して、位置決め金具の位置以外によって挿入長さが決まる構造のものと区別している。

(2)ガスサンプリング型漏えい検出器

①SID(Sodium Ionization Detector):ナトリウムイオン化式検出器

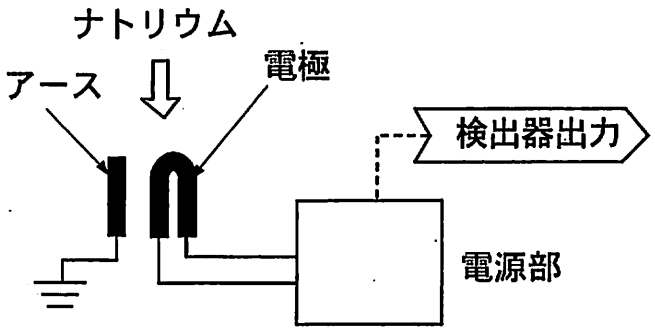
検出部にフィラメントがあり、サンプリングガスを加熱して、ナトリウムが漏えいした場合に、ナトリウムエアロゾルを電離イオン化させ、電極間に流れるイオン電流の変化により漏えいを検出する仕組みである。窒素雰囲気の原子炉容器廻り1次系(1次メンテンナンス冷却系を含む)に設置している。

②DPD(Differential Pressure Detector):差圧式検出器

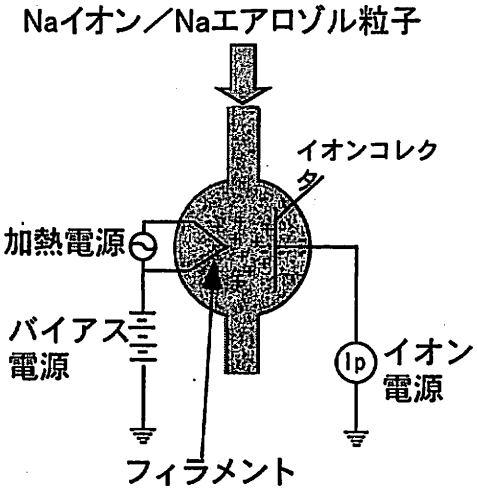
検出部にフィルタがあり、ナトリウムが漏えいした場合に、ナトリウムエアロゾルがサンプリングガスに含まれるため、フィルタに付着してフィルタの前後差圧が増加し、これにより漏えいを検出する仕組みである。

③RID(Radiative Ionization Detector):放射線イオン化式検出器

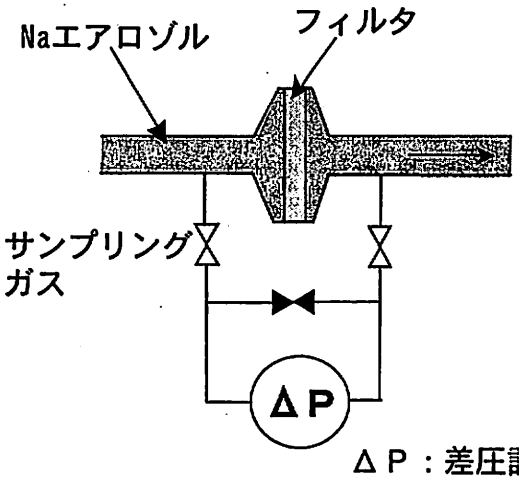
煙検出式火災検知器を応用したものである。検出部にアメリシウムを内蔵し、サンプリングガス(空気)を電離イオン化させており、ナトリウムエアロゾルがサンプリングガスに含まれると、電極間の電圧変化により漏えいを検出する仕組みである。2次系に設置している。



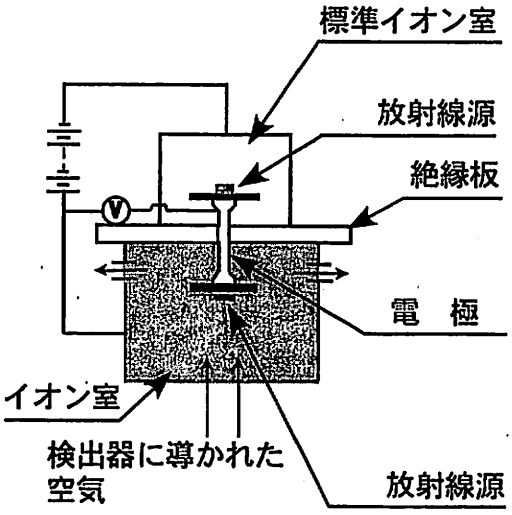
接触型ナトリウム漏えい検出器
(ＣＬＤ：Contact Leak Detector)



ナトリウムイオン化式検出器
(ＳＩＤ：Sodium Ionization Detector)



差圧式検出器
(ＤＰＤ：Differential Pressure Detector)



放射線イオン化式検出器
(ＲＩＤ：Radiative Ionization Detector)

接触型ナトリウム漏えい検出器の設置概略図